

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EVANDRO TOMELIM

UTILIZAÇÃO DE *ARTEMIA* SP. ENRIQUECIDA PARA ALIMENTAÇÃO DE PÓS-
LARVAS DE BIJUPIRÁ (*RACHYCENTRON CANADUM*).

PONTAL DO PARANÁ

2014

EVANDRO TOMELIM

UTILIZAÇÃO DE *ARTEMIA* SP. ENRIQUECIDA PARA ALIMENTAÇÃO DE PÓS-
LARVAS DE BIJUPIRÁ (*RACHYCENTRON CANADUM*).

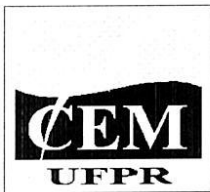
Monografia apresentada à disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso, como
requisito parcial à conclusão do curso
Superior de Tecnologia em Aquicultura,
Setor de Ciências de Terra, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Profº Dr. Alexandre Sachsida
Garcia

Orientador do Estágio Supervisionado: João
Carlos de Azevedo Manzella Junior

PONTAL DO PARANÁ

2014



CURSO TECNOLOGIA EM AQUICULTURA

Centro de Estudos do Mar

Setor de Ciências da Terra

Universidade Federal do Paraná

Avn. Beira-mar, s/nº - Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil

CEP 83255-000 - Cx. Postal 50002

Tel. +55 (41) 3511 8644


E-mail : aquicultura@ufpr.br


TERMO DE APROVAÇÃO

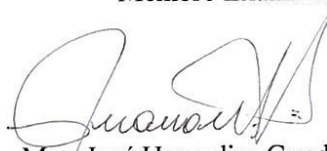
Evandro Tomelim

Utilização de *Artemia* sp. enriquecida para alimentação de pós-larvas de bijuírá (*Rachycentron canadum*).

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Aqüicultura, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Dr. Alexandre Sachsida Garcia
Orientador e Presidente


Dr. Rodolfo Luis Petersen
Membro Examinador


Msc. José Hugo dias Gondim Guanais
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 27/11/2014.

“Opte por aquilo que faz seu coração vibrar... Apesar de todas as consequências” (Osho)

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus que permitiu que tudo acontecesse, ao longo de minha vida, me proporcionando saúde e força para superar as dificuldades.

Agradecer muitíssimo os meus pais, irmãos e familiares pelo amor, incentivo, aprendizado e apoio incondicional... Amo vocês!

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha caminhada e formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Agradecimento a Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de fazer o curso em um ambiente criativo e amigável.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e formação profissional.

A Maricultura Itapema e todos seus integrantes pela amizade e aprendizado de tecnologia aplicada.

A o Conjunto Waimea e todos meus amigos que fiz em Pontal do Sul, onde passei minha estadia no período da graduação ... ValeuValeu!!

.

.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1. Bijupirá em cativeiro.....	5
FIGURA 2. (A) Cistos de artêmia.hidratados (200µm); (B) Náuplio de artêmia(500µm); (C) Metanáuplio enriquecido (900µm); (D) artêmia.enriquecida em estagio pré adulto(4,5mm)...	7
FIGURA 3. Fluxograma dos dias de larvicultura do bijupirá.....	12
FIGURA 4. Sistema adotado para o cultivo de <i>Artemia</i> sp.em laboratório.....	13
FIGURA 5. Boxplot - processo de eclosão e enriquecimento dos náuplios de <i>Artemia</i> sp. apresenta uma alta taxa de eclosão de cistos por gramas, com uma média de $190 \times 10^3/\text{ml}$ náuplios de artêmia. e outlier de 99 e $102 \times 10^3/\text{ml}$ na eclosão. Processo de enriquecimento obteve uma média de $35 \times 10^3/\text{ml}$ de artêmia. enriquecida. Sobrevivência de 20,67% com desvio padrão de $\pm 15,19\%$	14

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1. Principais atributos do bijupirá apontados como vantagem para seu cultivo (Madrid & Nunes, 2013).....	4
TABELA 2. Composição típica <i>Artemia</i> sp. (Olsen, 2004).....	8
TABELA 3. Parâmetros físicos químicos obtidos durante o cultivo de <i>Artemia</i> sp.....	13

RESUMO

O bijupirá (*Rachycentron canadum*; Linnaeus, 1766) é uma espécie nativa de peixe teleósteo marinho que reúne diversos pontos favoráveis para ser cultivado comercialmente no Brasil, sendo uma das espécies mais promissoras para aquicultura. A artêmia é o branquiópoda mais utilizado mundialmente como alimento vivo para lagos de peixes, devido a sua plasticidade no uso, longa vida de prateleira, entre outras qualidades. O presente estudo tem como objetivo conduzir uma larvicultura comercial de bijupirá em laboratório, utilizando metanúplio de artêmia enriquecida (*Artemia* sp.) como alimento vivo. A metodologia foi dividida em quatro etapas: 1) Larvicultura – conduzida em sistema intensivo de cultivo, em fotoperíodo natural, com densidade de larvas de 8/L em água com temperatura de 27,5°C e salinidade de 35 ppm; 2) Produção de metanúplios de *Artemia* SP. – foram utilizados cistos de artêmia de alta qualidade (HIGH 5, INVE) mantidos em condições favoráveis, com período de incubação de 24 h, posteriormente as artêmias foram coletadas, analisadas, e contadas manualmente para estimar o número total de artêmias no cultivo; 3) Enriquecimento da *Artemia* sp. – o período de enriquecimento durou entre 12 e 15 h, e para este procedimento foram utilizados produtos importados (AlgaMac - Biomarine, EUA), proporcionando artêmias com maior carga nutritiva, ricas em ácidos graxos essenciais ; e 4) Alimentação das larvas do bijupirá – como primeiro alimento vivo foi utilizado o rotífero, em seguida acrescentou-se metanúplios de artêmia recém eclodida simultaneamente com o rotífero, depois as larvas de bijupirá foram alimentadas apenas com artêmias enriquecidas. O cultivo do alimento vivo (*Artemia* sp.) teve duração de 32 dias, sem oscilação de parâmetros físico-químicos (temperatura, pH e oxigênio dissolvido). A média de eficiência de eclosão foi de 190×10^3 náuplios de artêmia/ml. A média do enriquecimento foi de 35×10^3 artêmias/ml. A taxa média de sobrevivência foi de 29,67% (desvio padrão: +/- 15,19%). Nesse estudo foram utilizados cistos de artêmia com revestimento magnético, que separa completamente cascas dos náuplios de artêmia recém eclodidos. Esse fator proporcionou uma maior taxa de náuplios de artêmia e artêmia enriquecida para ofertar para pós-larvas de bijupirá, podendo assim diminuir a mortalidade das larvas em laboratório. Através desses procedimentos o bijupirá, na fase final de laboratório, alcançou uma taxa de sobrevivência de 20% de juvenis, considerada uma boa porcentagem. Ainda é necessário aprofundar pesquisas sobre criação de bijupirá, no entanto, é uma boa espécie para piscicultura marinha no Brasil.

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. Objetivo Geral	7
3.2. Objetivos Específicos.....	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
4.1. Larvicultura.....	9
4.2 Produção de metanúplios de <i>Artemia</i> sp.	9
4.3 Enriquecimento da <i>Artemia</i> sp.....	9
4.4 Alimentação das larvas de bijupirá.....	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

1. INTRODUÇÃO

O bijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766), é um peixe teleósteo da Ordem Perciformes, sendo a única espécie da família *Rachycentridae*. O bijupirá, em seu ambiente natural, é classificado como um peixe pelágico e de alto mar. Esta espécie possui uma distribuição bem ampla entre os mares tropicais e subtropicais do mundo, exceto na costa leste e região central do Oceano Pacífico e da costa europeia. Ao longo da costa brasileira, *R. canadum* é conhecido com bijupirá, beijupirá, pirambiju, cação-de-escama, ou na língua inglesa cobia (Figueiredo e Menezes, 1980; Hamilton et al., 2013). O bijupirá pode ultrapassar 60 Kg e medir até 2 m de comprimento. É um peixe carnívoro, e sua preferência alimentar são peixes, crustáceos e cefalópodes. Possui escamas pequenas, corpo subcilíndrico e alongado com cabeça achatada e grande. A sua coloração é marrom escura, sendo o ventre amarelado, apresentando duas faixas prateadas ao longo do corpo. O bijupirá não forma cardumes e normalmente é encontrado em pequenos grupos, possui comportamento migratório e, por não possuir vesícula gasosa, apresenta hábito natatório ativo (Nunes, 2014).

O bijupirá é uma espécie nativa que reúne grande número de características desejáveis para o cultivo comercial. São elas: a facilidade de se obter desovas naturais em cativeiro, alta fecundidade e rusticidade, rápida adaptação a dietas artificiais, alta taxa de crescimento e excelente qualidade de carne. Cultivados em cativeiro, reporta-se que a espécie pode atingir de 4 a 6 Kg em um ano de cultivo (Lião et al., 2001; Arnold et al., 2002; Holt et al., 2007; Benetti, 2008). Segundo Nunes (2014), o bijupirá está entre os peixes de maior potencial para aquicultura, por já existir o domínio de técnicas de reprodução e engorda em cativeiro, elevado potencial zootécnico para o cultivo, resistência a doenças e a intempéries ambientais. Além desses fatores, a qualidade do produto final é alta, competindo com a atmosfera macroeconômica no mercado doméstico e internacional, o que o torna uma espécie atrativa para investimentos da iniciativa privada.

A produção de larvas do bijupirá segue o processo de larvicultura adotado para várias espécies de peixes marinhos, onde ocorrem transições gradativas de alimentação, utilizando o rotífero (*Brachionus plicatilis*) como primeiro alimento exógeno, sendo substituído por náuplios de artêmia (*Artemia* sp). Para o bom crescimento das pós-larvas, o alimento vivo necessita de um perfil nutricional adequado para peixes marinhos. Tanto o rotífero quanto a artêmia são naturalmente insuficientes para a alimentação de larvas de peixes marinhos (Sargent et al., 1999), e por isso se faz necessária a utilização da técnica de enriquecimento,

pela qual o perfil nutricional do alimento vivo pode ser melhorado (Merchie, 1996; Lavense Sorgeloos, 1996).

No caso da artêmia, por exemplo, o enriquecimento tem como função incorporar ao metanúplio quantidades específicas de nutrientes como vitaminas, aminoácidos, ácidos graxos essenciais, imunonutrientes e probióticos. Esses nutrientes devem suprir as exigências nutricionais da larva, fazendo com que o enriquecimento tenha um impacto positivo na sobrevivência e desenvolvimento das pós-larvas em larvicultura (Lavens e Sorgeloos, 1996; Hoff e Snell, 1999). A obtenção de náuplios de artêmia através de cistos é um procedimento já conhecido. Este organismo tolera alta variação de parâmetros abióticos, como temperatura e salinidade, é resistente à manipulação e a enfermidades, suporta altas densidades, tem grande aceitabilidade como alimento, é de fácil digestão e o tamanho varia de 400 a 600 µm. Além disso, possui uma movimentação ativa, fato que serve como estímulo para larvas e pós-larvas de peixes. Por estes motivos, a utilização de artêmia na larvicultura pode durar vários dias (Lavens e Sorgeloos, 1996; Hoff e Snell, 1999).

O bijupirá merece atenção especial durante a fase de pós-larvas, etapa considerada a mais crítica do cultivo, pois depende do alimento exógeno vivo para sua devida nutrição e melhor crescimento (Benetti *et al.* 2008). Segundo Nunes (2014), para a correta nutrição das larvas de bijupirá é necessário a produção de alimento vivo adequado para diferentes etapas do cultivo larval, adotando protocolos de enriquecimento de alimento vivo, e o uso de dietas ricas em LC-PUFA (ácidos graxos altamente insaturados) da série ômega-3.

O objetivo do presente trabalho é a descrição da técnica de larvicultura de bijupirá (*Rachycentron canadum*), em sistema intensivo em laboratório comercial, utilizando metanúplios de artêmia enriquecidos com ácidos graxos essenciais com alimento vivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O bijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766), apresenta um grande interesse na aquicultura devido a sua elevada taxa de crescimento (Arnold et al., 2002; Liao et al., 2004; Benetti et al., 2008). Esta espécie reúne vários pontos favoráveis para seu cultivo (Tabela 1).

TABELA 1. Principais atributos do bijupirá apontados como vantagem para seu cultivo (Madrid & Nunes, 2013).

Parâmetros	Atributos
Crescimento	Duas vezes mais rápido que o salmão, podendo alcançar de 4 a 6 Kg dentro de um ano, e até 8kg em 16 meses, com conversão alimentar próxima a 1,5:1 kg de concentrado/animal/dia, na fase de engorda.
Reprodução e larvicultura	Facilidade de desova de forma espontânea, com alta fecundidade. Ovos são grandes, apresentando uma alta sobrevivência na fase larval comparado as demais espécies de peixes marinhos tropicais.
Resistência	Tolera ampla faixa de salinidade.
Carne	Carne branca com textura firme, de excelente sabor, se adaptando a variedade ampla de formas de preparo. Textura pouco afetada pelo processo de congelamento.

Os primeiros estudos com bijupirá na aquicultura datam de 1975, com a coleta de ovos selvagens na costa da Carolina do Norte (Hassler e Rainville, 1975). Apartir desta coleta, conseguiu-se a eclosão dos ovos e o cultivo de larvas e juvenis de bijupirá até 131 dias. Baseado nesses resultados o primeiro protocolo de cultivo da espécie foi descrito (Hassler e Rainville, 1975). Apesar de ter sido considerado com bom potencial, foi apenas recentemente que o bijupirá passou a ser alvo da aquicultura.

Por apresentar protocolo com bons resultados em Taiwan, a partir de 1995 sua produção aumentou e sua tecnologia de produção de juvenis em cativeiro se desenvolveu (Liao et al., 2004). No ano de 2010, a produção pela aquicultura de bijupirá foi estimada em 40.768 t (FAO, 2012). Em 2012, a produção é estimada em 41.774 t. Essa Produção provem da criação em tanques-rede em áreas marinhas protegidas, como baías ou enseadas. China,

Taiwan e Vietnam são os principais produtores, embora projetos de pesquisas venham sendo feito em vários outros países (Cavalli e Garcia, 2012).

A primeira desova natural ocorrida com um espécime de bijupirá criado em cativeiro, desde a fase subadulta até a maturidade sexual, em tanques com sistema de recirculação e domínio de ciclos de temperatura e fotoperíodo controlado foi conseguida por Arnold *et.al.*(2002).

Reprodutores de bijupirá (Figura 1) são capturados no mar e submetidos ao cativeiro. Por serem animais de fácil adaptação, em pouco tempo facilmente obtém-se desovas naturais. Estados como a Bahia, Pernambuco e São Paulo já tiveram sucesso na desova espontânea desta espécie (Carvalho Filho, 2006; Cavalli et al., 2008). Este método de desova aliado à elevada taxa de conversão alimentar faz do bijupirá um peixe muito atrativo e vantajoso na aquicultura. As vantagens da desova natural são: economia de energia; não há necessidade de procedimento de indução a maturação; uma mesma matriz pode ser usada várias vezes devido à redução de ferimentos; automação conveniente na coleta; lavagem e transferência de ovos, levando a um aumento da taxa de fertilidade e eclosão, e consequentemente, aumento no porcentual de larvas saudáveis, aliado a elevadas taxa de conversão alimentar. (Lião, 1993).



Figura 1. bijupirá em cativeiro. Foto: Evandro Tomelim.

A fase de larvicultura merece atenção especial, por ser considerada a mais crítica do cultivo, pois as larvas dependem do alimento exógeno vivo para sua devida nutrição e melhor crescimento (Benetti et al., 2008). As larvas eclodem entre 21 e 37 horas após fertilização sob

temperaturas variando entre 22 e 31^o C. A absorção do saco vitelínico (única fonte de nutrição endógena das larvas) ocorre até o 2^o dia após a eclosão (DAE), quando as larvas normalmente ainda estão nas incubadoras (Lião et al., 2004).

Para a larvicultura de peixes já existem sistemas de cultivos pré-estabelecidos: o semi-intensivo e o intensivo. O sistema semi-intensivo em geral é o mais utilizado pelos cultivadores, onde as larvas são estocadas diretamente em viveiros que foram preparados e fertilizados para a produção de organismos plantônicos, fito e zooplâncton. No momento da estocagem as larvas já consumiram seu vitelo e estão com a boca aberta. No sistema intensivo as larvas são mantidas em tanques em laboratório, onde o ambiente encontra-se livre de predadores naturais, os parâmetros físicos e químicos da água são controlados e a alimentação ofertada é de qualidade e em quantidades adequadas. Tendo em vista esses conceitos, o sistema semi-intensivo apresenta resultados com menores taxas de sobrevivência quando comparadas com as taxas obtidas no sistema intensivo. Este último apresenta uma maior viabilidade econômica, em função das altas taxas de sobrevivência. Normalmente, espécies carnívoras utilizadas na piscicultura são cultivadas no sistema intensivo, por apresentar alto valor por unidade de juvenil produzido (Jomori et al., 2003; Jomori et al., 2005; Ayres, 2006).

A artêmia, *Artemia* sp., provavelmente é o alimento vivo mais utilizado na aquicultura mundial. Seu primeiro uso como alimento para larvas de peixes data de 1930. Durante o século XX, havia apenas duas fontes comerciais de cistos destes microcrustáceos: Grande Lago Salgado em Utah, e a Baía de São Francisco, ambos nos Estados Unidos. Devido a grande procura por cistos para utilização na aquicultura, nas últimas décadas houve uma necessidade de exploração de novos bancos naturais, surgindo novas fontes de cistos em outros locais do mundo como Canadá, Colômbia, Argentina, Austrália e França, ou em países com gestão controlada da produção de artêmia, como Brasil e China (Dhont e Van Stappen, 2003). O uso deste branquíopoda como alimento vivo durante a larvicultura de peixes marinhos é comum no cultivo de muitas espécies com interesse comercial, tais como o robalo flecha (*Cetropomus undecimalis*), a garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*), além de lutjanídeos (cioba, *Lutjanus analis*; ariacó, *Lutjanus synagris*) e linguados, (*Paralichthys orbignyanus*) (Nunes, 2014).

Devido a crescente demanda mundial por alimento de origem aquática, a artêmia é considerada o alimento vivo mais versátil e popular utilizado na aquicultura, e o mais estudado até hoje (Figura 2). É utilizado na alimentação de larvas de peixes e camarões por

apresentar um alto valor nutricional, plasticidade no uso, longa vida de prateleira, entre outras qualidades. Esse microcrustáceo tem sido usado como vetor para bioencapsulação de vários componentes nutricionais e profiláticos em um número crescente de organismos aquáticos (Câmara, 1996).



Figura 2. (A) Cistos de artêmia hidratados (200µm); (B) Náuplio de artêmia (500µm); (C) Metanáuplio enriquecido (900µm); (D) artêmia enriquecida em estágio pré adulto(4,5mm) Fonte: La Vens, P. & Sorgeloos, P. (1996) .

Um fator importante que afeta o valor nutricional da artêmia como fonte de alimento para larvas de peixes marinhos é o conteúdo de ácidos graxos altamente insaturados-da série n3 (HUFA-n3), em especial os ácidos eicosapentaenoico (20:5-n3, EPA), docosahexaenóico (22:6-n3, DHA) e ácido araquidônico (20:4-n6, AA). Em contraste com espécies de água doce, a maioria dos organismos marinhos não têm a capacidade de biosintetizar esses ácidos graxos insaturados, assim tendo que ser realizado o processo de enriquecimento da artêmia (Lavens e Sorgeloos, 1996).

As espécies de água doce podem converter o ácido linolênico para o ácido DHA via EPA, enquanto que nas espécies marinhas a habilidade de conversão de EPA para DHA é muito limitada. Isso é sustentado pelo fato de que o nível de DHA, geralmente observado em grandes quantidades em ovos de espécies marinhas, decresce rapidamente durante o desenvolvimento da larva, além de que o DHA parece ser superior ao EPA como ácido graxo essencial (EFA) para larvas de peixes, mostrando que as funções fisiológicas de EPA diferem daquelas do DHA (Olsen, 2004). Tendo em vista que as fontes destes ácidos graxos são essenciais para o desenvolvimento de espécies marinhas, tornou-se necessário estudar a composição bioquímica dos alimentos vivos, de modo a aumentar a efetividade de sua aplicação na aquicultura (Tabela 2).

TABELA 2. Composição típica *Artemia* sp. (Olsen, 2004).

Biomassa	Valor típico
Peso Seco	2.2µg por individuo
Carbono	1.0µg por individuo
Nitrogênio	0.26µg por individuo
Proteína	1.0µg por individuo
Lipídio	0.44µg por individuo
n-3 HUFA	< 0.01µg por individuo

Para suprir essa deficiência no teor de HUFA poderão ser utilizadas dietas fortalecidas com HUFA-n3. O enriquecimento dos alimentos vivos pode ser realizado com diferentes tipos de dietas, entre elas: algas unicelulares, emulsão de óleos, microcápsulas e dietas comerciais de enriquecimento, tanto separadamente como em várias combinações. As técnicas de enriquecimento não só tornarão as presas vivas em transportadores de vários produtos essenciais, como também em alimentos atraentes para as larvas cultivadas (Olsen, 2004).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Conduzir uma larvicultura de bijupirá, *Rachycentron canadum*, em laboratório e em escala comercial, utilizando metanáplio de *Artemia* sp. enriquecidos como alimento vivo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir metanáplios de *Artemia* sp. em laboratório;
- Enriquecer os metanáplios de *Artemia* sp. com o uso de dieta abundante em ácidos graxos altamente insaturados produzidos para servirem de alimento vivo para as larvas de bijupirá até a etapa de desmame, ou seja, a substituição do alimento vivo por alimento inerte;
- Avaliar a sobrevivência de pós-larvas de bijupirá após uma larvicultura conduzida em sistema intensivo de cultivo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na empresa *Maricultura Itapema Produção e Comercialização de Espécimes Marinhas LTDA*, localizada no litoral norte de São Paulo, no município de São Sebastião, Balneário da Praia Grande. O experimento teve duração de 32 dias, e foi conduzido entre os dias 04 de janeiro e 05 de fevereiro de 2014.

Foram utilizadas larvas provenientes de uma desova espontânea. Para tanto, 15 reprodutores (10 machos e 5 fêmeas) foram mantidos em tanques circulares com 50m³ de volume total, abastecido com controle de entrada e saída de água e sistema de aeração. A água de abastecimento dos tanques apresentou valores médios de salinidade 35ppm e temperatura 28°C. Durante o período reprodutivo, as matrizes são alimentadas calculando 5% da biomassa do tanque, composta por 50% de sardinha e 50% de lula. As desovas ocorreram no período noturno, e os ovos flutuantes foram direcionados para um sistema coletor que foi previamente instalado nos tanques de reprodutores. O sistema coletor foi acoplado na borda superior dos tanques de reprodutores, com formato cilíndrico cônico (10 dm³) e paredes dotadas de “janelas” revestidas com telas de 500µM. Além disso, o sistema contava ainda com uma caixa externa aparadora (50 dm³) aonde o tanque coletor foi inserido para que os ovos permanecessem submersos. Neste estudo, utilizamos uma desova ocorrida no período noturno do dia 02 de janeiro de 2014. A coleta dos ovos foi feita na manhã do dia 03 de janeiro às 8:00 horas, com o auxílio de um puçá com malha de 100µM. Os ovos foram então colocados em um balde graduado com 10 litros de água do próprio tanque das matrizes, para visualizar e estimar quantos litros de ovos fertilizados foram obtidos na desova. Os ovos fertilizados ficam boiando na superfície do balde, já os não fertilizados ficam no fundo. Com o auxílio de um microscópio, foi avaliada a qualidade dos ovos em uma amostra de 1mL de ovos fertilizados, utilizando uma placa de Sedgewick-Rafter e determinando 400 ovos por 1 ml (400 mil ovos/litros).

Após coletados e quantificados, os ovos foram incubados em tanques de fibra de 4 m³, (120 ovos/L) com circulação aberta, fluxo contínuo de água e utilização de ar lifts (para manter os níveis de saturação do oxigênio e criar uma corrente no sentido anti-horário), e um sistema de aeração central com renovação de 500 % de água.

4.1 Larvicultura

Para a larvicultura foram utilizados 5 tanques, cada um com 10m³ de volume útil, com circulação aberta, fluxo contínuo de água e utilização de air lifts, um sistema de aeração central e skimmers para limpeza superficial da água. As larvas foram estocadas com densidade de 8 larvas/L. A água foi filtrada por filtros de 1 µM, e manteve valores médios de temperatura e salinidade de 27,5⁰C e 35ppm. Respectivamente. O pH manteve-se entre 8,0 e 8,5 e a concentração de oxigênio dissolvido esteve sempre acima de 5 mg/L. As larviculturas foram conduzidas em fotoperíodo natural (12/12).

4.2 Produção de metanáuplios de *Artemia* sp.

Para este estudo foram utilizadas cistos de artêmia de alta qualidade (ARTEMIA HIGH 5, INVE). Estes cistos são tratados com extrato de *Berberis* sp. (planta da família das Berberiáceas) que contém alcaloides e são conhecidas na eficácia no combate ao víbrio.

Para a eclosão dos cistos foram utilizados tanque cônico de 1 m³, com paredes de cor preta e fundo transparente. Primeiramente a água a ser utilizada na eclosão é desinfetada, com cloro (5 mg/L) em relação a quantidade de água durante uma hora, em seguida, adicionou-se aos tanques uma solução tiosulfato de sódio (100 mg/L) em relação a quantidade de água para neutralização do cloro residual. Foram mantidas as condições favoráveis para o cultivo de artêmia, a saber, temperatura entre 27° a 29° C, aeração forte e continua durante todo o processo, iluminação natural (12/12), pH entre 8,3 e 8,7 e densidade de estocagem de cisto de 2g/L.

O período de incubação foi 24 horas, após este período as artêmia foram coletadas, retirando-se todas as pedras de aeração, para que os cistos que não eclodiram se concentrassem na superfície e as artêmia no fundo. Coletou-se uma amostra com um becker e realizou um vórtex para homogeneizar. Retirar com uma pipeta de 1 ml, da amostra de artêmias do cultivo e com o auxílio de um microscópio e utilizando uma placa de Sedgewick Rafter é foi feita a contagem manual para se estimar o número total de artêmia no cultivo.

4.3 Enriquecimento da *Artemia* sp.

O enriquecimento foi conduzido em tanques cilíndricos-cônicos de 1 m³, com paredes pretas e fundo transparente, por um período de 12 a 15 horas, entre 27° e 29°C e pH entre 8,3 e 8,7. Antes do enriquecimento, as artêmias são coletadas em um balde de 80 litros com

malha de 125 μ M e sistema de aeração acoplado no fundo do filtro, e são lavadas por imersão em água salgada corrente e com aeração constante, o que evita a mortalidade dos animais. Após este procedimento, as artêmias foram estocadas nos tanques de enriquecimento (1 milhão de artêmias/ 10 litros água) e enriquecidas com uma mistura de soluções comerciais (85% de AlgaMac 3050, 10% de AlgaMac ARA e 5% de astaxantina). O produto AlgaMac (Biomarine, EUA) é um produto composto por células intactas (secas) de dois tipos de microalgas *Schizochytrium* sp. e *Mortierella alpina*. A mistura destes produtos foi adicionada aos tanques de enriquecimento em dose equivalente ao número total de artêmias no tanque (total de artêmia em milhões x 0,3 g de mistura). Desta forma, os produtos foram pesados e batidos no liquidificador por 2 minutos utilizando 4 litros de água salgada e posteriormente adicionados aos tanques de enriquecimento. Durante o enriquecimento, o tanque recebeu aeração via três pedras porosas e com suprimento de oxigênio puro, para que os níveis de oxigênio dissolvido fossem mantidos acima de 5 mg/L.

Após o período de enriquecimento, foi realizado uma nova lavagem das artêmias com água salgada, por uma hora, antes de serem ofertadas para as larvas. O procedimento de enriquecimento foi realizado diariamente durante o período da larvicultura.

4.4 Alimentação das larvas de bijupirá

A larvicultura foi realizada em sistema de água clara e já no terceiro dia foi introduzido o rotífero, *Brachionus plicatilis*, como primeiro alimento vivo. A fase rotífero deu-se entre 3 e 10 DAE, onde o alimento foi ofertado em uma densidade de 10 rotíferos/mL. Os rotíferos utilizados neste período foram cultivados e alimentados com produtos utilizando fermento biológico, microalgas (*Nannochloropsis oculata*) e pasta de proteína (Protein selco Inve). A partir do 6º DAE, metanúplios de artêmia, *Artemia* sp., foram também induzidos nos tanques de larvicultura entre o 6º e 9º DAE rotíferos e artêmias foram ofertados simultaneamente, havendo gradual diminuição da quantidade de rotíferos (5 rotíferos/mL) e aumento da quantidade de artêmias ofertadas (0,05 a 0,1 metanúplio/mL) A partir do 10º DAE, as larvas de bijupirá foram alimentadas exclusivamente com artêmia enriquecida, sendo ofertada a densidades variando entre 0,1 a 1 metanúplio/mL.

Durante a Larvicultura o alimento vivo foi ofertado seis vezes ao dia em intervalos de 2 horas até a transição do náuplio para metanúplio de artêmia. E alimentação 10 vezes ao dia em intervalos de 1 hora na transição de artêmia enriquecida para o desmame (Figura 3).

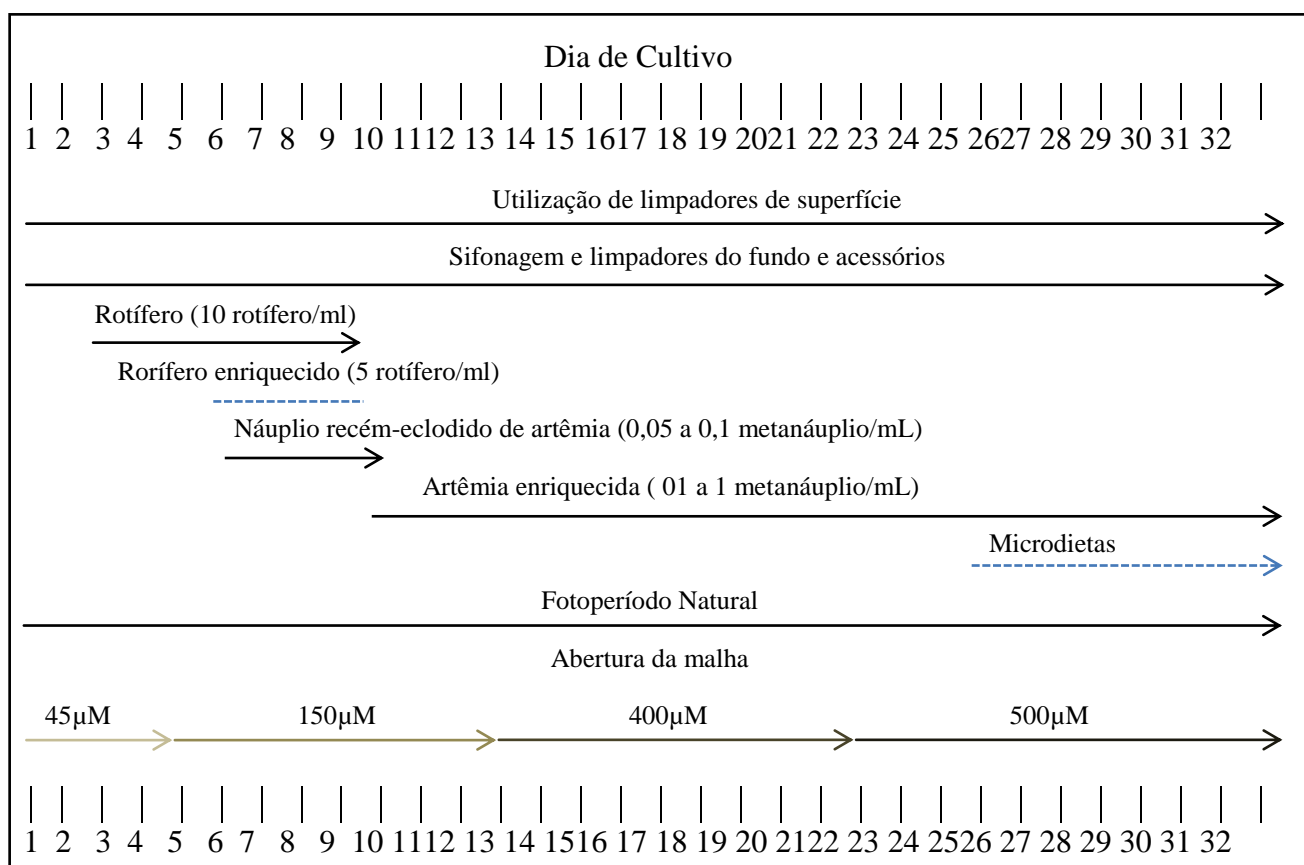


Figura 3. Fluxograma dos dias de larvicultura do bijupirá. Organizador: Evandro Tomelim.

As artêmias utilizadas nestes 32 dias foram enriquecidas em média 15 horas, portanto, todos os dias foram executados protocolos de enriquecimento, a artêmia foi ofertada nos tanques e o restante ficou armazenado em caixas térmicas de 150 litros com gelo (cold stoge), com a finalidade de manter as cargas nutricionais dos metanáuplios durante todo o dia, através de baixas temperaturas (4° a 10°C). Dessa forma, o metabolismo dos metanáuplios é diminuído, impedindo o consumo rápido de sua carga nutricional. Durante a armazenagem dos metanáuplios enriquecidos foi fundamental aeração constante para que os organismos permaneçam em suspensão. Além disso, adiciona-se oxigênio puro para manter os níveis de O₂ acima da saturação, já que a densidade de estocagem pode atingir mais de 8 milhões de metanáuplios/L.

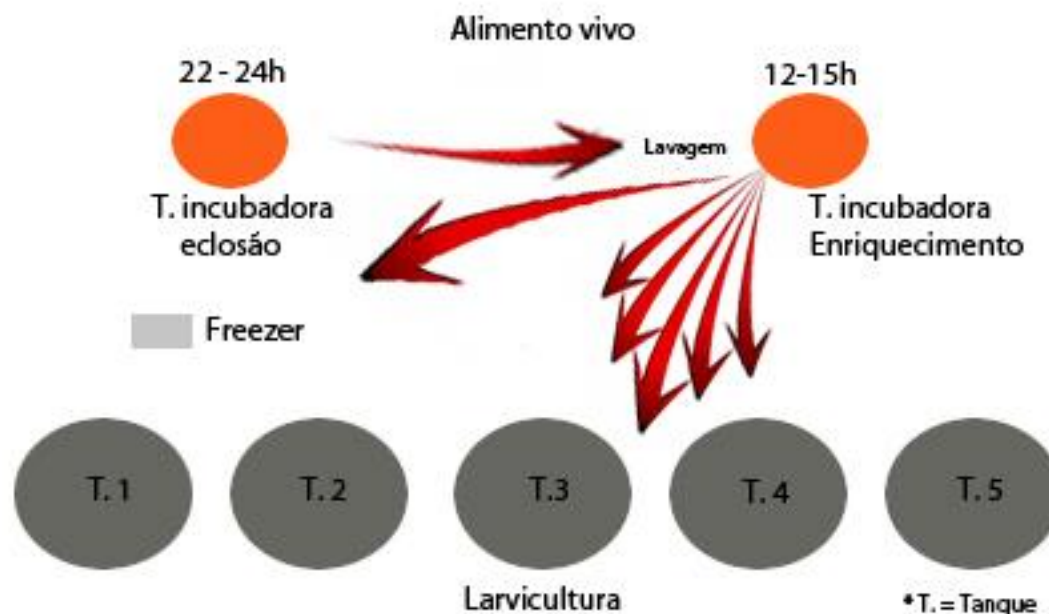


Figura 4. Sistema adotado para o cultivo de artêmia em laboratório. Organizador: Evandro Tomelim.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para este projeto que teve duração de 32 dias de cultivo de alimento vivo, não foram observadas grandes oscilações nos parâmetros físico-químicos (Tabela 3).

TABELA 3. Parâmetros físicos químicos obtidos durante o cultivo de artêmia.

	Incubadora	Colheita	Enriquecimento
Temperatura	27 – 29 °C	27 – 29 °C	27 – 29 °C
pH	8.3 – 8.7	8.3 – 8.7	8.3 – 8.7
Oxigênio dissolvido	Acima 5 mg/l	Acima 5 mg/l	Acima 5 mg/l

O tempo para eclosão dos cistos se manteve entre 22 e 24 horas e a fase de enriquecimento teve duração de 12 a 15 horas. Entre cada tratamento (incubadora, enriquecimento e oferta do alimento vivo) foram realizadas lavagens que auxiliam na limpeza da artêmia deixando-as sem vestígios de contaminação por protozoários ou bactérias. Este procedimento de limpeza se mostrou bem eficiente, pois não entra matéria indesejada para as pós-larvas, aumentando assim sua sobrevivência e também facilitando o manejo dos tanques de larvicultura.

Para a análise da eficiência de eclosão e enriquecimento dos náuplios de artêmia, foi utilizado o gráfico Boxplot (Figura 4) que apresentou uma alta taxa de eclosão de cistos por gramas, com uma média de 190×10^3 náuplios de artêmia/ ml, e os extremos do gráfico

indicam os valores mínimos e máximos de 140 e 280 x 10³ náuplios de artêmia /ml. O gráfico também apresentou pontos outliers de 99 e 102 x 10³/ml na eclosão. No processo de enriquecimento obteve uma média de 35 x 10³ artêmias /ml, e os extremos do gráfico indicam os valores mínimos e máximos de 8 e 168 x 10³artêmias enriquecidas/ml. Este estudo teve uma média de sobrevivência de 20,7 ± 15,2%.

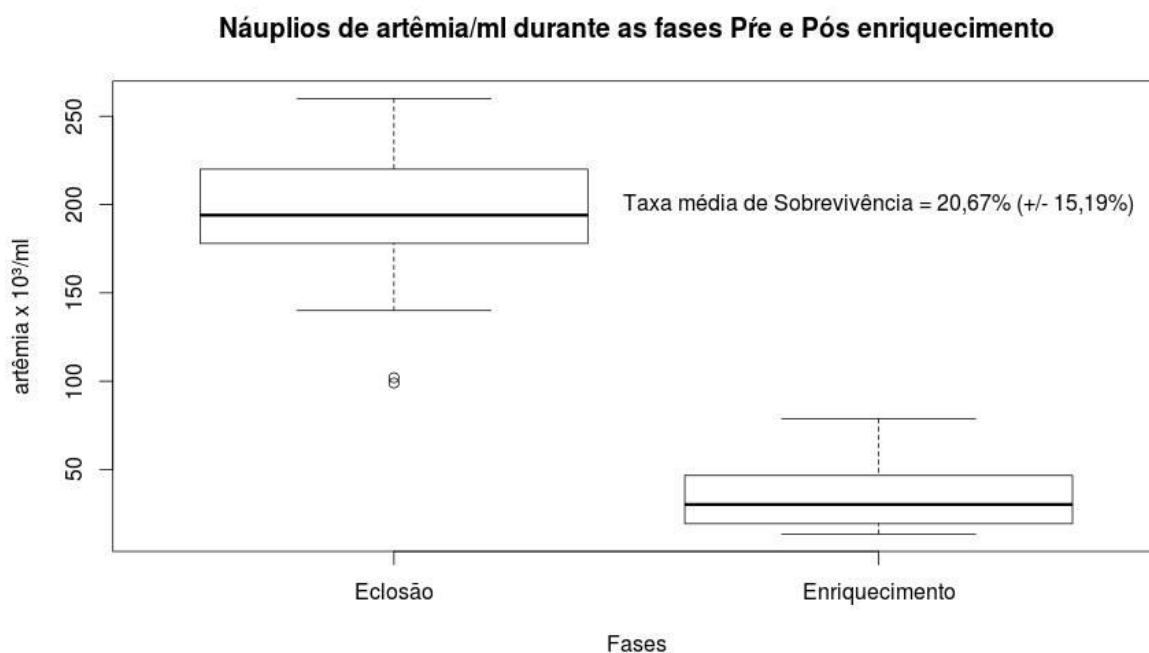


Figura 5. Boxplot - processo de eclosão e enriquecimento dos náuplios de artêmia apresenta uma alta taxa de eclosão de cistos por gramas, com uma média de 190 x10³/ml náuplios de artêmia e outlier de 99 e 102 x 10³/ml na eclosão. Processo de enriquecimento obteve uma média de 35 x 10³/ml de artêmia enriquecida. Sobrevivência de 20,67% com desvio padrão de +/- 15,19%.

A artêmia é um organismo de fundamental importância para a aquicultura, por apresentar características peculiares que facilitam seu estudo e sua identificação, além de ser uma excelente fonte de alimento. As principais vantagens da produção controlada de artêmia em laboratório é que podem ser colocadas densidades muito altas, independente das condições meteorológicas locais. Para produzir seu cultivo e obter retornos financeiros, suas exigências são: boa esfericidade das cepas, sem deformidades na casca e que sejam manuseadas corretamente. Nesse estudo foram utilizados cistos de artêmia com revestimento magnético. Este é um processo inovador, que permite separar completamente as cascas dos náuplios de artêmia recém-eclodido. A casca desses ovos foi imantada de maneira que são atraídas através de um ímã em sua direção. Esses fatores proporcionaram uma maior taxa de náuplios de artêmia e artêmia enriquecida de qualidade para ofertar para as pós-larvas de

bijupirá, assim podendo diminuir a mortalidade das larvas em laboratório. Na fase final de laboratório, conseguiu-se alcançar uma sobrevivência de aproximadamente 20% de juvenis de bijupirá, com aproximadamente 5,0 gramas, sendo esses conduzidos para tanques-redes para a fase de engorda. No entanto, ao contrário de espécies aquícolas de piscicultura marinha estabelecidas, como o salmão, robalo, pargo e linguado, o bijupirá é apenas um candidato recente a aquicultura e, portanto, ainda possuem limitações de produção significativas. Em sistemas intensivos existem uma série de fatores relacionados a densidade de estocagem das larvas que podem afetar significativamente a sobrevivência. As larvas são normalmente criadas em água com salinidade em torno de 35 ppm, temperatura entre 26 e 29°C, fotoperíodo natural, aeração constante (Holt et al., 2007; Benetti et al., 2008) Para o bijupirá, o crescimento e sobrevivência foram negativamente correlacionados com o aumento da densidade (1 a 20 larvas L⁻¹), sendo a densidade máxima de 10 larvas/L apontada como a que promove melhor resultado (Hitzfelder et al., 2006).

Segundo Holt 2007, a alimentação inclui o fornecimento de rotíferos enriquecidos do 3° ao 7° dia após a eclosão (DAE), náuplios recém-eclodidos de artêmia do 5° ao 10° DAE e metanáuplios de artêmia enriquecidos com HUFA até o completo fornecimento de microdietas inertes, o que normalmente ocorre do 22° ao 25° DAE. Com este protocolo de alimentação espera-se uma sobrevivência entre 15 e 25% com juvenis pesando entre 3,0 e 5,0 gramas. De acordo com estes autores, incrementos no crescimento e sobrevivência podem ser alcançados com a redução do uso de artêmia, já que as larvas de bijupirá são capazes de ingerir partículas de tamanho maior do que a artêmia a partir do 14° DAE. O uso de dietas inertes ainda não é uma prática rotineira na larvicultura de bijupirá.

Tendo em vista que a piscicultura marinha no Brasil ainda não é tão difundida, as perspectivas para a produção em escala comercial de bijupirá são bem favoráveis. Devido a grande extensão do litoral brasileiro que dispõe de recursos naturais, humanos e capital para o seu desenvolvimento. Além disso, já obtiveram bons resultados em termos de reprodução e larvicultura comparados com outras espécies nativas cultivadas comercialmente no Brasil.

É necessário aprofundar estudos em pesquisa e na formação pessoal em temas considerados obstáculos ou de questionamento em relação ao seu cultivo comercial, em particular nas áreas de nutrição, sanidade e mercado. O desenvolvimento da piscicultura marinha deverá ocorrer a partir de apoio governamental e instituições de pesquisa, e a

participação de universidades, de forma a acenar para um cenário mais positivo visando atrair investimentos do setor privado.

Conseguindo superar estes obstáculos iniciais, a criação de bijupirá deverá servir de base não somente para o desenvolvimento sustentável da piscicultura marinha no Brasil, mas também para o estabelecimento de uma nova atividade geradora de empregos e renda.



CAVALLI RO, DOMINGUES EC, PEREGRINO Jr. RB, MANZELLA JC, HAMILTON S. 2008. Formação de plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*): resultados iniciais em Pernambuco. In: AquaCiência 2008, 2008, Maringá, PR. Anais... Jaboticabal: AQUABIO, p.19. Resumo.

CAVALLI. R. O. e GARCIA A. S., Exigência Nutricional e Alimentação do Beijupirá. *in* Fracalossi D. M. e Cyrino J. E. P. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para aquicultura, Florianópolis, 2012.

CORREIA J. M., PENAFORT J. M. 2011. Considerações sobre biologia e utilização de *Artemia* sp. (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA: ANOSTRACA) REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 12, núm. 12, diciembre, pp. 1-11, Veterinaria Organización España.

DHONT, J., VAN STAPPEN, G., 2003. Biology, Tank Production and Nutritional Value of *Artemia*. In: Stotttrup, J.G., McEvoy, L.A., (Eds.). Live feeds in marine aquaculture. Blackwell Science Ltd., pp. 145-195.

DUERR, E.O., A. MOLNAR e V. SATO. 1998. Cultured microalgae as aquaculture feeds. *Jornal of marine biotechnology* 7:65-70.

FAO 2006. The State of World Fisheries and Aquaculture 2006 (SOFIA). Food and Agriculture Organization, Rome.

FAO 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Roma: FAO. 176 p.

FAO 2012. Culture Aquatic Species information Programme – *Rachycentron canadum* Disponível em: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentron_canadum/en [acessado em 02 01 2014].

FIGUEIREDO JL, MENEZES NA. 1999. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 90p.

FERRETO R. A; CARVALHO V. A. C. e SAMPAIO L. A. 2008. Produção de juvenis do linguado *Paralichthys orbignyanus*: efeito da duração do período de co-alimentação durante o

desmame Ciencia Rural, vol. 38, núm. 8, noviembre, pp. 2334-2338 Universidade Federal de Santa Maria Brasil.

HITZFELDER, G.M., HOLT, G.J., Fox, J.M., MCKEE, D.A., 2006. The effect of rearing density on growth and survival of cobia, *Rachycentron canadum*, larvae in a closed recirculating aquaculture system. J. World Aquac. Soc. 37, 204–209.

HOLT, G.J., FAULK, C.K., SCHWARZ, M.H. 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. Aquaculture, 268: 181-187.

HOFF, F. H., SNELL, T. W. Plankton culture manual, 5th edition. Florida: Nelsen, J. (Eds.), p. 160.

JOMORI, R. K. Estudos sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), com náuplios de *Artemia* e a sua substituição por dieta artificial. (Monografia de graduação) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brasil., 1999.

LAVENS, P; SORGELOOS, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO. (Eds). p. 295, 1996.

LIAO, I.C. 1993. Finfish hatcheries in Taiwan: recente advances, p. 1-25. In: C. S. Lee, M. S. SU, I.C. liao (eds) Proceedings of the Finfish hatchery in Asia '91. TML Conference Proceedings No. 3. Tungkang Marine Laboratory, Tungkang, Taiwan. 252p.

LIAO, I.C., SU, H.M., CHANG, E.Y. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan Aquaculture, 200: 1-31.

MADRID, R.M, NUNES, J.P.N. 2013. Cultivo do beijupirá no Vietnã e os ensinamentos para o Brasil. Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC), p. 44-48.

MERCHIE, G. 1996. Use of nauplii and meta-nauplii, 137-163 In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. Lavens, P. & Sorgeloos, P. (Eds.), 295pp.

NUNES. A.J.P. 2014. Ensaio com o Beijupirá, *Rachycentron canadum*. Editor: Universidade Federal do Ceará (UFC) e Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Fortaleza, Ceará, 60.165-081.

OLSEN Y. 2004. Live Food Technology of Cold-Water Marine Fish Larvae *in* Culture of Cold-water Marine Fish (Moksness, E., Kiorsvik, E. & Olsen, Y. eds), Y. Backweell Publishing Ltd, Oxford.

SARGENT, J., MCEVOY, L., ESTEVES, A., BELL,G., BELL, M., HENDERSON, J. & TOCHER, D. 1999. Lipid nutrition of marine fish marine fish during early development: status and future direction. *Aquaculture*, 176-217, ult.